

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

LIBEREC 2011

KATEŘINA POMYKALOVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: B3107 Textil
Studijní obor: 3107R007 Textilní marketing

**VLASTNOSTI SPORTOVNÍHO OBLEČENÍ
ZALOŽENÉ NA PRINCIPU SLOŽENÝCH
VRSTEV**

**PROPERTIES OF SPORTSWEAR BASED ON
THE PRINCIPLE OF COMPOSITE LAYERS**

Kateřina Pomykalová

KHT-802

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavla Těšinová, Ph.D.

Rozsah práce:

Počet stran textu ...35

Počet obrázků13

Počet tabulek9

Počet grafů.....14

Počet stran příloh...3

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená *diplomová (bakalářská)* práce je původní a zpracoval/a jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil/a autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním *diplomové (bakalářské)* práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou diplomovou (*bakalářskou*) práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové (*bakalářské*) práce a prohlašuji, že **souhlasím** s případným užitím mé diplomové (*bakalářské*) práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své diplomové (*bakalářské*) práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci dne 26.4.2011

.....
Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Je mi potěšením poděkovat vedoucí mé bakalářské práce Ing. Pavle Těšinové, Ph.D. za odborný dozor a trpělivost při konzultování této práce. Dále chci poděkovat firmě ALPINE PRO, a.s. za poskytnutí materiálů pro experimentální část práce a mé rodině za podporu při studiu na Technické univerzitě v Liberci.

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá sběrem informací a testováním funkčního oblečení pro zimní sporty. V rešeršní části se zabývám informacemi ohledně materiálů používaných pro tento účel, jejich vlastnostmi a dále ukazateli oděvního komfortu.

V experimentální části jde o zkoumání hodnot prodyšnosti a voděodolnosti materiálů firmy ALPINE PRO, a.s. Jedná se o porovnávání hodnot naměřených u samostatných vrstev oděvního systému s vrstvami složenými do jednoho funkčního celku. Dále se zabývám kontrolou hodnot uvedených na oděvních výrobcích již zmíněné firmy, a zda tyto hodnoty souhlasí s výsledky měření při kontrolním měření.

KLÍČOVÁ SLOVA:

prodyšnost, voděodolnost, izolace, komfort oděvu, funkční oblečení, termoregulace, vrstvení

ANNOTATION

This bachelor work is deal with collection of information and testing of functional wear for winter sports. Literature search part focuses of information about materials used for this purpose, their properties and factors of clothing comfort. Experimental part of bachelor work examines values of breathability and waterproofing of materials by company ALPINE PRO, a.s. . This is a comparison of measured values of the individual layers of clothing with layers of folded into a functional whole . Another part deals with control values shown on apparel companies have already mentioned, and whether these values agree with measurements in control measurements.

KEY WORDS:

breathable, waterproof, isolation, comfortable of clothing, functional clothing, thermoregulation, layering

Obsah

1.Úvod	9
2.Představení firmy Alpine pro:	10
2.1 Historie firmy:a.s	10
3.Komfort oděvu.....	12
3.1 Psychologický komfort:.....	12
3.2 Senzorický komfort:	13
3.3Termofyziologický komfort:	14
3.3.1 Termoregulační systém lidského těla	14
3.4 Patofyziologický komfort:	15
4.Obecná charakteristika jednotlivých vrstev.....	16
4.1 Komfortní vrstva	18
4.1.1 Příklad materiálů na první vrstvu používaných firmou Alpine pro, a.s	19
4.2 Izolační vrstva	20
4.3 Ochranná vrstva.....	21
4.3.1 Druhy označení odolnosti materiálu proti pronikání vody materiálem	21
4.3.2 Druhy membrán.....	22
4.3.3 Způsoby pojení membrány s nosnou textilií	23
4.3.4 Způsob zjištění voděodolnosti a prodyšnosti textilií	24
5.Výpočet termofyziologických vlastností z naměřených hodnot.....	27
5.1 Stanovení relativní propustnosti pro vodní páry	27
5.2 Stanovení výparného odporu	27
6.Popis vzorků materiálu na měření:	28
6.1Soubor komfortních vrstev	28
6.2 Soubor izolačních vrstev	29
6.3 Soubor ochranných vrstev	30
6.4 Kombinace vzorků do vrstev:.....	31
6.4.1 Kombinace komfortní a izolační vrstvy	31
6.4.2 Kombinace komfortní, izolační a ochranné vrstvy.....	31
7.Porovnání výsledů výparného odporu a relativní propustnosti vodních par u 1.vrstev ...	32
8.Porovnání výparného odporu a relativní propustnosti vodních par u 2.vrstev.....	33
9.Porovnání výparného odporu a relativní propustnosti vodních par u 3.vrstev.....	34
10.Měření ukazatelů prodyšnosti u složeného systému:	35

10.1 Komfortní a izolační vrstva měřena najednou:.....	35
10.2 Komfortní,izolační a ochranná vrstva měřena najednou:	36
10.3 Porovnání samostatně naměřených hodnot s hodnotami naměřenými ve složeném celku vrstev	37
10.3.1 Komfortní a izolační vrstva	38
10.3.2 Komfortní, izolační a ochranná vrstva	38
12. Měření hydrostatické odolnosti ochranné vrstvy	39
13. Diskuze výsledků.....	41
14. Závěr	43
15. Použitá literatura.....	45
16. Rejstřík obrázků.....	48
17. Rejstřík tabulek.....	48
18. Rejstřík grafů	49
19. Přílohy	50

Seznam zkratek:

CO ₂	oxid uhličitý
max.	maximálně
např.	například
obr.	obrázek
tab.	tabulka
tzv.	tak zvaný

Seznam veličin:

zkratka	název	jednotka
cm H ₂ O	centimetr vodního sloupce	[H ₂ O]
m	hmotnost	[kg]
p	relativní paropropustnost	[%]
p _a	parciální tlak	[Pa]
p _m	nasycený parciální tlak	[Pa]
q _o	tepelný tok nezakryté hladiny	[W/m ²]
q _v	tepelný tok zakryté hladiny	[W/m ²]
R _{ct}	tepelný odpor	[m ² K/W]
R _{et}	výparný odpor	[m ² Pa/W]
t _A	teplota vzduchu	[°C]
V _A	rychlost vzduchu	[m/s]
φ	relativní vlhkost vzduchu	[%]

1. ÚVOD

V dnešní době již máme nepřeberné množství možností jak se účelně, pohodlně a módně obléknout do chladného zimního počasí vykonáváme-li určitou pohybově náročnější činnost, při které se daná osoba zpotí a je důležité udržovat tělo v suchém a teplém prostředí.

Jde zde konkrétně o oděv respektive části oblečení určených pro zimní sporty, jako jsou lyžování, snowboarding, bruslení a další.

Firem na výrobu a produkci outdoorového oblečení přibývá a tak není divu, že konkurence v tomto odvětví stoupá a jednotlivé společnosti se v současnosti předhánějí ve vyvíjení nových a modernějších technologií zlepšující kvalitu outdoorových materiálů jak z hlediska funkčnosti a komfortu, tak z hlediska zabývajícího se neustálým vývojem módních trendů.

Cílem této práce je zkoumání komfortních a užitných vlastností oděvu pro zimní sporty a jeho jednotlivých částí. První částí bakalářské práce je literární rešerše založená na sběru informací ohledně druhů materiálů používaných pro tento účel, jejich kombinace do jednoho funkčního celku a dále informace uvádějící odolnost daného materiálu. Další částí je experiment, kde se zabývám testováním materiálů a srovnáním výsledných hodnot experimentu s hodnotami uvedenými na materiálu. Jak se jednotlivé hodnoty liší a co může ovlivňovat výkonnost jednotlivých vrstev.

Dále diskutuji nejlepší variantu vrstveného oděvu jak kombinovat jednotlivé vrstvy oblečení abychom dosáhly lepších vlastností a co možná nejvyššího komfortu při nošení.

Materiály a informace ohledně používaných vzorků materiálu mi poskytla tuzemská firma ALPINE PRO, a.s..

2.PŘEDSTAVENÍ FIRMY ALPINE PRO:

Mezi jednu z úspěšných tuzemských firem patří společnost ALPINE PRO a.s., která se v poslední době zapsala do podvědomí veřejnosti svou kolekcí pro Olympijské hry ve Vancouveru 2010, kdy se stala oficiálním partnerem českého olympijského týmu a dále české olympioniky oblékne na letní hry, které se budou konat v Londýně od července do srpna roku 2012.

2.1 Historie firmy:

Rok 1949 se stává základním stavebním kamenem pro vznik společnosti s budoucím názvem ALPINE PRO. V tomto roce se spolužáci z pražské Vysoké školy ekonomické Václav Hrbek a Vladislav Cedíš stávají obchodními partnery s nápadem odebírat zboží od textilní firmy a dále jej distribuovat do obchodů se sportovním vybavením. Na český trh tak pod názvem Václav Hrbek Body HF vstupuje nový distributor sportovního oblečení. Roku 1998 značka ALPINE WEAR PROFESIONAL přichází na trh se svou první kolekcí a další rok již vychází kolekce pod názvem ALPINE PRO a vyrábí kvalitní lyžařské a outdoorové oblečení a obuv pro širokou veřejnost. Roku 2000 již firma začíná působit a vyvážet své výrobky do zahraničí a to především na Slovensko, Polsko a Maďarsko. Následujícího roku se z firmy pod fyzickou osobu „Václav Hrbek – Body HF“ stává společnost s ručením omezeným „ALPINE PRO, s r.o.“

Následuje založení maloobchodních prodejen ALPINE PRO STORES, s.r.o. v Liberci a Brně a budování sítě frenčízových prodejen. V této době společnost spolupracuje s Josefem Milfajtem horským vůdcem, který v terénu testuje výrobky ALPINE PRO před tím než se začnou vyrábět. Tři roky po založení společnosti s ručením omezeným se roku 2004 mění právní forma na akciovou společnost ALPINE PRO, a.s. V téže roce je založeno obchodní zastoupení v Číně a dále založení klubu lyžařů východních Krkonoš - AKVLK ALPINE PRO. Roku 2006 společnost jako první ze společností ze států z východu podepisuje smlouvu se společností EVENT z USA, která vyrábí membránové materiály nejvyšší úrovně a dále navazuje další významnou spolupráci s reprezentantkou v obřím slalomu

Lucií Hrstkovou, která testuje výrobky před zahájením výrobního procesu. V roce 2008 vzniká v Číně dceřiná společnost, kde se vyrábí a kontroluje kvalita výrobků a začíná i prodej výrobků na čínském trhu. Společnost ALPINE PRO sponzoruje naše významné sportovce mezi kterými je například olympionik Ondřej Synek, mistr Evropy Tomáš Verner a další. Roku 2009 se tato společnost stává hlavním partnerem organizačního výboru MS světa v klasickém lyžování Liberec 2009.

Rok poté se firma stává oficiálním partnerem českého olympijského týmu, pro který je navržena speciální kolekce reprezentující nás na Olympijských hrách ve Vancouveru. Společnost ALPINE PRO, a.s. je v současnosti jedna z nejznámějších firem u nás s outdoorovým oblečením a vybavením. Jejich oděvní výrobky jsou testovány ve zkušebních laboratořích a to hlavně na zkoušky stálobarevnosti, prodyšnosti a voděodolnosti. Výrobky jsou vyráběny z kvalitních materiálů a technologií jako je již zmíněný EVENT, dále pak POLARTEC, PTX MEMBRANE, SOFT SHEL WINDBARRIER, CORDURA, VIBRAM atd.

ALPINE PRO STORES, s.r.o. má nyní 18 autorizovaných prodejen a 46 frenčízových prodejen. Společnost působí na slovenském, polském, maďarském a čínském trhu. Dále je zastoupena v 22 zemích obchodními zástupci, např. v Austrálii, Belgii, Francii, Portugalsku, Řecku, Itálii, Anglii, Chorvatsku, Srbsku, Rusku a dalších[1].



Obr. 1.:Logo společnosti ALPINE PRO, a.s. [2]

3.KOMFORT ODĚVU

Velmi důležitým faktorem při volbě správného oblečení z hlediska střihu, složení materiálu, omaku a dalších vlastností je tzv. komfort oděvu, to znamená jak se při nošení v oděvu cítíme.

Komfort je definován jako stav organismu při kterém jsou fyziologické funkce organismu v optimu a kdy nejsou okolím ani samotným oděvem vytvářeny žádné nepříjemně vnímané pocity[3].

Komfort členíme na [3]:

1. Psychologický
2. Senzorický
3. Termofyziologický
4. Patofyziologický

3.1 Psychologický komfort:

Psychologický komfort závisí na tom, jak je člověk vnímán ve spojitosti se vzhledem a účelem jeho oděvu.

Podle různých hledisek dělíme psychologický komfort na[3]:

- Klimatická hlediska: zahrnují požadované vlastnosti oblečení určené geograficky respektující tepelně - klimatické podmínky, které by měl oděv respektovat.
- Ekologická hlediska: vyspělost či forma politického systému, zdroje obživy, výrobní prostředky, úroveň technologie atd.
- Historická hlediska: lidé upřednostňují výrobky z přírodních materiálů, výrobky napodobující přírodu => tradice v životním stylu a módě
- Kulturní hlediska: zde se jedná o oděv, který je podmíněný různými zvyky, tradicemi, obřady popřípadě oděv stanovený náboženstvím
- Sociální hlediska: věk, vzdělání a kvalifikace, postavení v sociální třídě
- Skupinová a individuální hlediska: zahrnují sledování a vývoj módních trendů.

3.2 Senzorický komfort:

To, co vnímáme a cítíme při kontaktu první vrstvy oděvu s pokožkou nazýváme senzorickým komfortem popřípadě diskomfortem.

Diskomfortem se rozumí všechny vjemy, jež jsou uživateli při nošení oděvu jakýmkoliv způsobem nepříjemné[3].

Senzorický komfort dělíme na komfort při nošení a omak.

Komfort nošení oděvů zahrnuje[3]:

- povrchovou strukturu použitých textilií
- vybrané mechanické vlastnosti
- schopnost textilií absorbovat a transportovat plynnou či kapalnou vlhkost

Komfort omaku zahrnuje vjemy dlaně a prstů při přímém kontaktu s pokožkou jako jsou[3]:

- hladkost
- tuhost
- objemnost
- tepelně-kontaktní vjem

Senzorický komfort je vnímán podkožními receptory dvou druhů, existují zde samostatné receptory na vnímání chladu, které reagují na pokles teploty pod normální úroveň (od 34°C níže) a dále receptory na vnímání tepla, které vnímají zvýšení teploty mezi 38 až 43°C. Tyto receptory nejsou umístěny pouze v pokožce člověka, ale i v centrální nervové soustavě a v cévách vnitřních orgánů. Nejvíce termoreceptorů je umístěno na obličeji a na hřbetu ruky, nejméně na zádech[3].

3.3 Termofyziologický komfort:

Optimální podmínky, kdy nastává termofyziologický komfort jsou[3]:

- teplota pokožky 33 - 35°C
- relativní vlhkost vzduchu $50 \pm 10 \%$
- rychlost proudění vzduchu $25 \pm 10 \text{ cm.s}^{-1}$
- obsah CO_2 0,07%
- nepřítomnost vody na pokožce

3.3.1 Termoregulační systém lidského těla

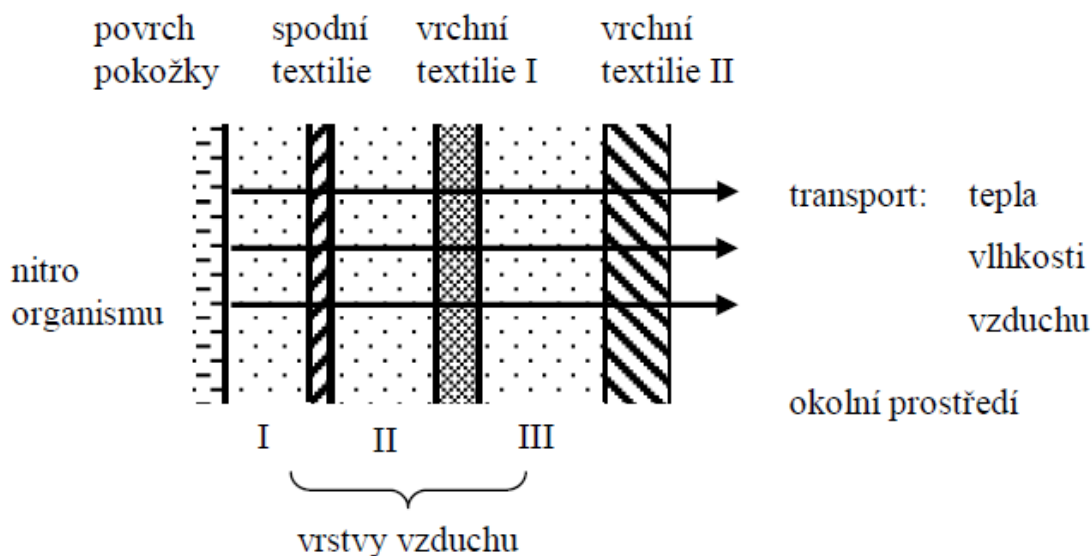
Termoregulace je stav organismu při kterém je tělesná teplota udržována na optimální hodnotě. Teplota tělesného jádra je prostřednictvím metabolických postupů s pomocí buněčných enzymů udržována na teplotě 37°C – při této teplotě životní funkce probíhají správně. Na různých místech těla je tělesná teplota rozdílná a je závislá na fyziologickém stavu těla a okolních podmínkách v prostředí. Průměrná tělesná teplota tělního obalu u zdravého člověka se pohybuje od 32 do 34 °C respektive do 36 °C, což je teplota na dobře prokrvených částech těla. Při nulové tělesné zátěži a normálním prokrvení organismu ale k termoregulaci nedochází jelikož se tělo nezahřívá ani neochlazuje a nevylučuje pot. V tomto stavu vydrží člověk pracovat neomezeně dlouho a vyjadřuje pocit tepelné pohody= termofyziologický komfort[3].

Tab. 1.:Příklady skupin parametrů okolního prostředí poskytujícího termofyziologický komfort[9]

Administrativní práce	$t_A = 21^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$	$\varphi = 55\% \pm 15\%$	$v_A = 0,1 \text{ m/s}$
Lehká manuální práce v sedě	$t_A = 19^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$	$\varphi = 55\% \pm 15\%$	$v_A = 0,2 \text{ m/s}$
Těžká manuální práce	$t_A = 18^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$	$\varphi = 50\% \pm 15\%$	$v_A = 0,4 \text{ m/s}$
Velmi těžká práce	$t_A = 17^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$	$\varphi = 50\% \pm 15\%$	$v_A = 0,5 \text{ m/s}$

teplota vzduchu t_A , relativní vlhkost vzduchu φ , rychlost vzduchu v_A

Pokud tělo není schopné samoregulace např. při vyšší zátěži (také při sportu), dopomáhá nám k ní oděvní systém tvořený několika vrstvami skládajících se jednak z oděvních vrstev a také ze vzduchu uzavřeného mezi vrstvami a vzduchu uzavřeného v textilií viz obrázek 2[3].



Obr. 2.: Oděvní systém obklopující I. vzduchovou vrstvu nazývanou mikroklima [5]

3.4 Patofyziologický komfort:

Zde se jedná o působení chemických látek obsažených v materiálu a mikroorganismů vyskytujících se na lidské pokožce. Působení těchto vlivů je závislé na odolnosti člověka.

Patofyziologický diskomfort představuje různé dráždění nebo alergické reakce.

Proti působení mikroorganismů se používají nejrůznější chemické úpravy (baktericidní, hygienické...)[3].

4.OBECNÁ CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH VRSTEV

Na oděv pro lyžování musí být kladeny vysoké požadavky, aby byl odolný pro užívání ve venkovních podmínkách zimního období, kdy je vystaven náporu větru, mrazu, sněhu a vlhkosti venkovního prostředí.

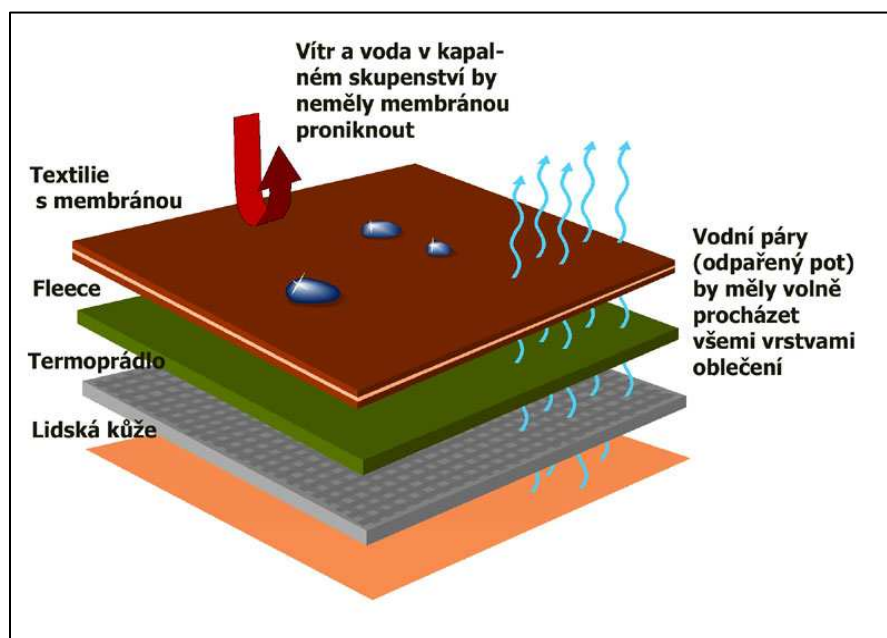
U oděvu pro tento účel je také velmi důležité, aby byl schopen napomáhat termoregulaci tělesné teploty, tedy aby oděv dopomáhal udržet tělesnou teplotu na optimální hodnotě.

Dalšími požadavky jsou prodyšnost a sorpční vlastnosti materiálu, protože je důležité i vzhledem k zachování optimální tělesné teploty umožnit tělu volné odpařování potu od těla a zároveň nedovolit potu vsáknout se do oděvu.

V tomto případě by se pot vsáknutý do oděvu ochladil a mohlo by dojít ke snížení tělesné teploty[3].

Vyhovující postup oblékání do chladného počasí je založen na systému vrstvení oblečení skládající se z různých materiálů, které jsou nošeny jedna přes druhou.

Efekt vrstvení rozdílně funkčních materiálů v určité posloupnosti na sebe nazýváme cibulový efekt viz obrázek.



Obr. 3.: Cibulový efekt [6]

Na obrázku 2 můžeme pozorovat spolupráci všech tří vrstev oděvu při odpařování tělesné vlhkosti od těla. Při správném postupu vrstvení různých typů materiálů ve správném pořadí by vlhkost měla volně procházet postupně všemi vrstvami oděvu, až se nakonec odpaří skrz poslední vrstvou do vnějšího okolí. Oblékání oděvu do chladného počasí ve více vrstvách na sobě spíše než v jedné objemnější vrstvě umožňuje člověku regulovat vytvořenou izolaci v závislosti na změně prostředí nebo pracovním zatížení. Během vyššího pracovního zatížení tak můžeme svlékáním jednotlivých vrstev regulovat vlastní tělesnou teplotu. Vícevrstvý systém je obvykle složen nejméně ze 3 hlavních vrstev [7] :

Vnitřní transportní vrstva přilehlá na kůži, střední izolační vrstva a vnější ochranná vrstva. Vnitřní vrstva bývá nejčastěji vyrobena z vysoce propustných syntetických vláken, která jsou schopna transportovat kapalnou a parní vlhkost dále od pokožky. Neabsorbuje vlhkost do sebe a rychle schne. Střední vrstva se nemusí skládat pouze z jedné vrstvy, může se skládat z několika dále navrstvených izolačních vrstev stejných vlastností. Střední vrstva je izolační vrstva charakterizovaná vysokým odporem k výměně tepla. Střední vrstva musí být také prodyšná a propustná a stejně jako první vrstva je ze syntetických vláken s nízkou sorpcí. Vnější vrstva slouží jako ochrana před vnějšími vlivy. V dnešní době jde většinou o laminované materiály které zabraňují průniku vody a větru bez ztráty prodyšnosti - nepromokavost, ale umožňuje odvod vylučovaného potu [7].

4.1 Komfortní vrstva



Obr. 4.: Příklad komfortní vrstvy [8]

Úplně první vrstva, na kterou následně vrstvíme další části oděvu se nazývá komfortní neboli transportní a leží přímo na pokožce uživatele. Tato vrstva má za úkol především odvádět přebytečnou tělesnou vlhkost dále od pokožky-kapilární jev. Oděv resp. vlákna oděvu také musí mít nejlépe nulovou sorpci, a proto je vhodné používat hydrofobní vlákna. Dalším důležitým faktorem, aby bylo umožněno prostupu tepla a vlhkosti následujícími vrstvami oděvu až k odpaření do venkovního prostředí je prodyšnost materiálu,

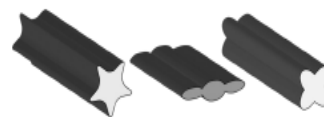
kteřou určuje především vazba. Co se týče složení termoprádla, nejpoužívanější jsou syntetická vlákna jako je, polyester, polyamid, polypropylen a z přírodních vláken vlna Merino. Syntetická vlákna mají tu výhodu, že oproti přírodním vláknům mají podstatně nižší popřípadě nulovou schopnost sorpce. Kdybychom jako první vrstvu použili právě bavlněné tričko, na které bychom následně chtěly vrstvit, přírodní vlákno by nasáкло veškerý pot do sebe a nedošlo by tak k odvodu par. Člověk oděn v bavlněném tričku by pocítil pocit vlhkosti a následně i chladu z ochlazení zkondenzovaného potu. V tomto případě by jeho tělesná teplota mohla poklesnout na nežádoucí hodnotu ohrožující jeho zdraví. Dalším nevhodným jevem by bylo následné bobtnání bavlněných vláken, což by znamenalo zvětšení objemu vláken – oděv by ztěžknul, což by nás mohlo omezovat v pohybu[3].

Jako komfortní vrstvu používáme tzv. termoprádlo, které je vyráběné jako jednoduchá nebo interlokovaná pletenina [9].

Syntetická vlákna jsou díky nízké sorpci lépe schopna transportu vlhkosti, takže při prostupu par zůstává tkanina suchá a hmotnost se nemění[3].

Vlastnosti používaných syntetických vláken[10,4]:

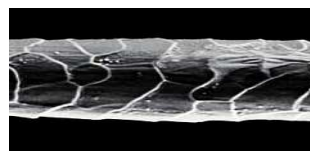
- nízká hmotnost
- Antialergení
- tvarová stabilita
- hydrofobita vláken
- tvarovaný profil vlákna
 - odvod vlhkosti a termoizolace



Obr. 5.: Příklad tvarovaného profilu vlákna [11]

Vlastnosti vlny merino[12]:

- Jemnost vláken (pod 24 μ m)
- hydrofobita vláken
- struktura vláken
 - dobrá prodyšnost vláken



Obr.6.: Struktura vlákna merino [13]

4.1.1 Příklad materiálů na první vrstvu používaných firmou Alpine pro, a.s[14]:

Coolmax – zde je použité speciální čtyřkanálkové polyesterové vlákno firmy DuPont, které díky své zvýšené ploše povrchu lépe odvádí tělesnou



Obr. 7.: schéma vlákna Coolmax [15]

vlhkost a reguluje tělesnou teplotu.

Thermocool – Patentovaný materiál firmy Dupont z izolačních dutých vláken, která zabraňují ztrátě tepla[10].



Obr. 8.: duté vlákno Thermocool [16]

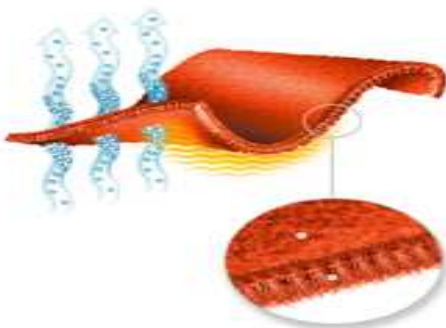
Pokud má termoprádlo správně pracovat, a to odvádět přebytečnou vlhkost od těla, musí zde existovat nějaký článek, kam se přebytečná voda (pot) transportuje. V tomto případě je tímto článkem následující vrstva.

4.2 Izolační vrstva

Po transportní vrstvě tedy následuje další vrstva, kterou nazýváme izolační.

Tato vrstva již podle názvu má předešlou vrstvu doplňovat o izolační schopnost a taktéž jako první vrstva musí být nenasákavá prodyšná, aby přebytečná tělesná vlhkost měla možnost procházet dále až k úplnému odpaření.

Z tohoto důvodu jsou používána hydrofilní syntetická vlákna stejně jako u předešlé vrstvy. Vhodnými termoizolačními materiály jsou polyester popřípadě polyamid ve formě jednostranně popřípadě oboustranně počesané pleteniny nazývané Fleece viz obrázek č.3. [17].



Obr. 9.: Fleece [18]

V případě izolační vrstvy nám použitý materiál zajišťuje pouze požadované vlastnosti prodyšnosti a paropropustnosti, ale teprve až počesání nám zajišťuje dostatečnou termoizolaci.

Česání se provádí v rámci finálních úprav textilií a účelem je získat měkčí a jemnější omak a lepší termoizolační schopnosti materiálu[10].

4.3 Ochranná vrstva

Třetí a poslední vrstvu nazýváme vrstvou ochranou.

Tato vrstva slouží jako ochrana proti vnějším vlivům počasí jako je déšť, vítr a sníh a dále se spolupodílí na udržení těla v teple a dalšímu prostupu vodních par skrz tuto vrstvu.

Požadavky na 3. vrstvu jsou v první řadě prodyšnost, nepromokavost a samozřejmě nesmíme opomenout větruvzdornost.

K tomuto účelu používáme již zmíněné oblečení opatřené impregnací, zátěrem nebo membránou.



Obr. 10.: Příklad ochranné vrstvy [19]

4.3.1 Druhy označení odolnosti materiálu proti pronikání vody materiálem [9]:

1. Impregnace (waterrepellent): vrchní materiál je z lící strany ošetřen impregnačním prostředkem kalandrováním nebo napuštěním. Naimpregnované oděvy odolávají pouze krátkému dešti při kterém kapičky sklouznou, při zátěži kolem 0,5 m vodního sloupce již výrobek promokne.
2. Zátěr (waterresistant): materiál je opatřen zátěrem, což je vlastně trvalá impregnace na bázi polyuretanu, fluorkarbonu, teflonu nebo akrylu. Zátěr zvyšuje odolnost proti prostupu vlhkosti a vody z vnějšího prostředí a vydrží tlak kolem 1,1 m vodního sloupce.
3. Membrána (waterproof): tyto materiály jsou vysoce nepropustné pro vodu z vnějšího okolí a vydrží tlak vody nad 1,3 m vodního sloupce. Jsou to většinou oděvy s membránou.

U schopnosti nepromokavosti jsou velice důležité podlepené švy oděvu, jelikož při technologickém zpracování oděvu dochází k porušování membrány.

Membránu nám jednoduše poruší průnik jehly materiálem, takže kdyby švy nebyly podlepeny membrána by v místě švů začala prosakovat. Další vhodnou ochranou je použití voděodolných zipů na oděvu, aby bylo zabráněno jakémukoliv průniku vody[22] .

4.3.2 Druhy membrán [9]:

- mikroporézní – membrána je hustě pokryta póry specifické velikosti, molekuly vodní páry jí snadno mld projdou, ale kapička vody, která je mnohokrát větší než molekula vodní páry již těmito póry neprojde. Zabránění průniku větru skrz membránou je docíleno tím, že jsou tyto póry nahodile orientovány a tvoří tzv. labyrintovou strukturu.

Nevýhodou při starších tipech membrán bylo to, že se v pórech membrány usazovaly nečistoty a tím pádem se zhoršovaly její vlastnosti, ale dnes již jsou porézní membrány potaženy jakýmsi mikrofilmem, který zabraňuje usazování nečistot v pórech.

Jde o dvousložkové membrány, které se skládají z Polytetrafluoroethylenu a dále z oleofóbní látky zabraňující usazení nečistot.

Výrobou porézních membrán se zabývá například společnost Gore-tex.

- neporézní – např. membrány výrobce Sympatex transport molekul vlhkosti je dán fyzikálně chemickou reakcí - aktivovanou difusí materiálem membrány, kdy se vlhkost stává na krátkou dobu součástí membrány a poté se odpaří.

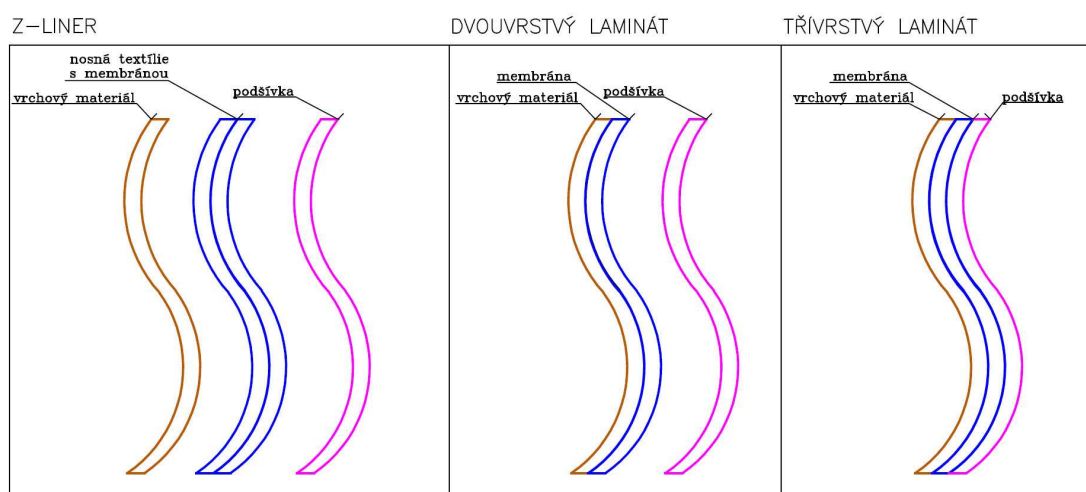
Základem je neporézní membrána ze směsy polyesteru o tloušťce 0,015 mm.

Membrána však nepůsobí samostatně jako třetí vrstva jelikož její tloušťka se pohybuje kolem 0,02 mm, ale musí být spojena laminací s nějakou nosnou textilií kterou může být tkanina, pletenina nebo netkaná textilie. Laminát vzniká za působení tepla, pojiva a tlaku.

4.3.3 Způsoby pojení membrány s nosnou textilií [9]:

- Spojení pomocí polyuretanového lepidla nízké viskozity za tlaku mezi ocelovým válcem a válcem potaženým gumou a následným sušením při teplotě mezi 75 – 85 °C.
- Bodovým nánosem pojiva a spojením na kalandru.
- ultrazvukem
- kašmírováním

Tři základní způsoby konstrukčního provedení vložení membrány do oděvu jsou:



Z-liner

- U prvního typu s Z-LINER je membrána nejprve pevně spojena s lehkou nosnou textilií a takto spojená textilie je volně vložena mezi podšívku a mezi vnější materiál.

Tento typ není vhodný pro využití v extrémních klimatických podmínkách.

Dvouvrstvý laminát

- Další možností je dvouvrstvý laminát, kde je membrána nalamínována přímo na rubové straně vnější textilie a následně je volně přiložena podšívka.

Tento typ vložení membrány je nejpoužívanější a hodí se pro sportovní bundy.

Třívrstvý laminát

- U třívrstvého laminátu jsou laminací spojeny tři vrstvy, pevná podšívka, membrána a vnější textilie do jednoho celku.

4.3.4 Způsob zjištění voděodolnosti a prodyšnosti textilií [3,22]:

Kvalitu hotového výrobku pro koncového uživatele udávají dva údaje, které by na výrobku měly být uvedeny.

1. Waterproof

Hodnota vodního sloupce, která udává voděodolnost materiálu v cm H₂O.

Zimní bundy s membránou mají hodnotu vodního sloupce nejčastěji od 500 do 1500 cm.

Čím vyšší hodnotu má vodní sloupec, tím větší schopnost má materiál odolávat tlaku vody.

Velmi odolná textilie uváděná jako voděodolná by měla vydržet tlak nad 200 cm H₂O.



Obr. 11.: Přístroj na měření hydrostatické odolnosti [11]

Postup měření:

Měření se provádí na speciálním přístroji (viz obrázek), který měří hydrostatickou odolnost materiálu pomocí stále se zvyšujícího tlaku pístem vyháněné vody.

Voda působící na plochu textilie upnuté na měřicí hlavě tohoto zařízení o velikosti 100 cm^2 musí být destilovaná popřípadě neionizovaná.

Rychlost zvyšujícího se tlaku vody je podle normy $10\pm 0,5$ nebo $60\pm 0,5\text{ cm H}_2\text{O}$ za minutu. Na vzorek materiálu se tedy působí stále se zvyšujícím tlakem vody a sleduje se průnik vody materiálem. Jakmile voda pronikne materiálem na třech různých místech výsledná hodnota se zaznamená v cm vodního sloupce[24].

2. Breathability

Další hodnotou je již zmíněná paropropustnost udávaná v gramech na metr čtvereční za 24 hodin [$\text{g/m}^2\cdot 24$], to znamená kolik gramů vlhkosti propustí oděv za den měřeno na jednom metru čtverečním materiálu.

Tato metoda se nazývá MVTR což z angličtiny přeloženo znamená míra paropropustnosti[10].

Stejně jako tomu bylo u prodyšnosti se tato hodnota pohybuje průměrně od 5000 do $15\,000\text{ g/m}^2\cdot 24$ u zimních sportovních bund určených do extrémnějších venkovních podmínek opatřených membránou.[22]

Čím je hodnota vyšší tím má materiál lepší schopnost odpařování par.

Další metodou je metoda stanovení odolnosti vůči vodním parám R_{et} vyjádřeného v [$\text{m}^2\cdot\text{Pa/W}$], která určuje odpor textilií vůči vlhkosti.

V našem případě se měření vzorků materiálu provádí prostřednictvím přístroje PERMETEST.

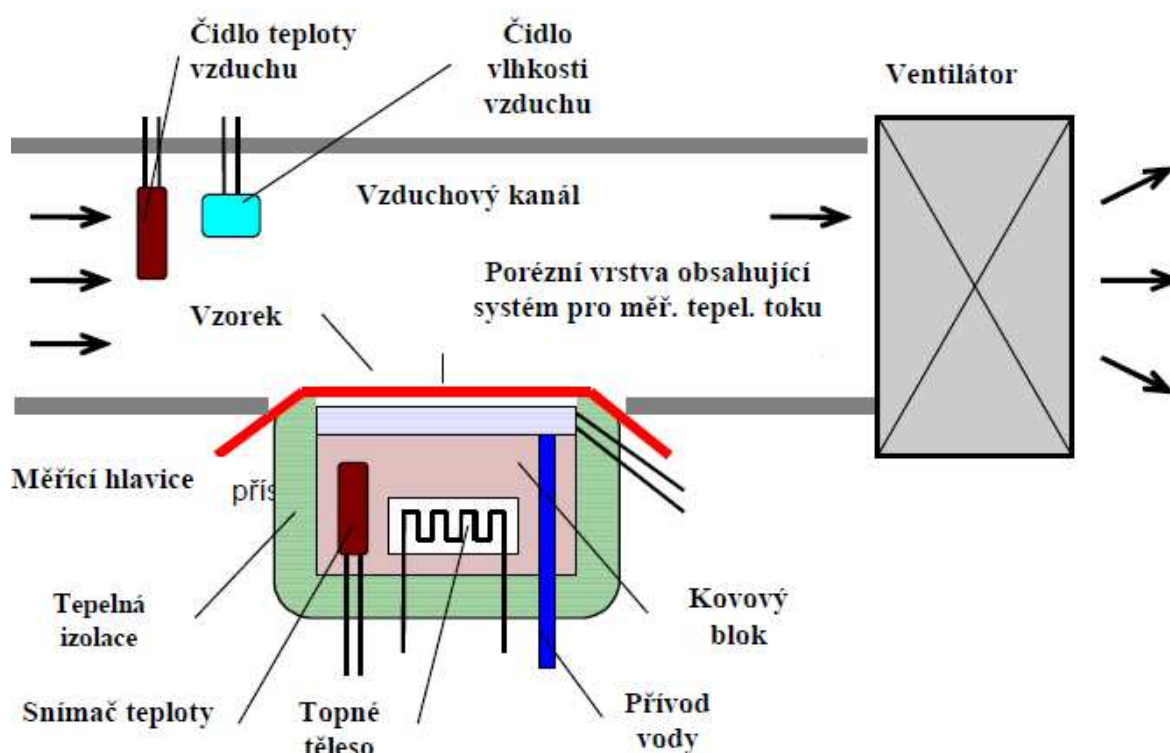


Obr. 12.: Permetest [23]

Postup měření:

Přístroj PERMETEST je zkonstruován tak, aby v přístroji umístěná porézní destička simulovala lidskou kůži produkující pot za účelem ochlazení se. Při měření odolnosti vůči vodním parám je tato destička elektricky vyhřívána a voda k ní přiváděna se vypařuje skrz použitou separační folii.

Tato folie je schopna propustit pouze vodní páry nikoliv vodu a je zde umístěna proto, aby měřený vzorek přišel do styku pouze s párou. Vnější strana vzorku je ofukována. Vzniklý tepelný tok je zaznamenán speciálním snímačem, který nám během max. několika minut vygeneruje paropropustnost materiálu. Před měřením konkrétního vzorku materiálu je nutné napřed naměřit hodnotu bez vzorku a následně až se vzorkem[25].



Obr. 13.:Schéma Permetestu [26]

5. VÝPOČET TERMOFYZIOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ Z NAMĚŘENÝCH HODNOT

5.1 Stanovení relativní propustnosti pro vodní páry

Hodnota relativní propustnosti pro vodní páry p [%] je stanovena jako procentuelní podíl mezi tepelným tokem q_0 [W/m^2] vyvozený odparem z volné vodní hladiny o shodujícím se průměru s měřeným vzorkem a hodnotou q sníženou v závislosti zakrytí této hladiny měřeným vzorkem q_v [W/m^2][3].

Platí tedy následující vztah:

$$p = 100 (q_v / q_0) \text{ [%]} \quad (1)$$

5.2 Stanovení výparného odporu

$$R_{et} = (P_m - P_a)(q_v^{-1} - q_0^{-1}) \text{ [m}^2 \cdot \text{Pa/W]} \quad (2)$$

Kde veličina P_a [Pa] udává parciální tlak vodní páry ve vzduchu zjištěná z relativní vlhkosti vzduchu ϕ a z teploty vzduchu proudícího kanálem podél měřicí hlavy t_a [°C]. Parciální tlak vodní páry v nasyceném stavu P_m [Pa] je funkce teploty vzduchu jež je naprogramována v počítači stroje[3].

Tab. 2.: Klasifikace propustnosti pro vodní páry v obou jednotkách dle normy ISO[30]:

Ret < 6	nad 20 000 g/m ² .24	- velmi dobrá
Ret 6 - 13	9 000 – 20 000 g/m ² .24	- dobrá
Ret 13 - 20	5 000 – 9 000 g/m ² .24	- uspokojivá
Ret >20	pod 5 000 g/m ² .24	- neuspokojivá

6. POPIS VZORKŮ MATERIÁLU NA MĚŘENÍ:

6.1 Soubor komfortních vrstev

1.vzorek LASKO

složení:

75% Polyester

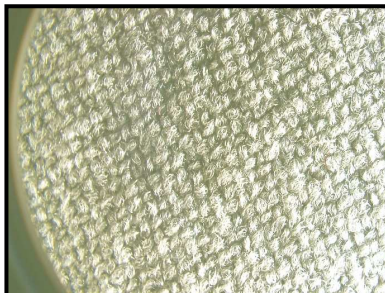
17% Nylon

8% Elastan

vazba:

zátažná jednolící

hladká



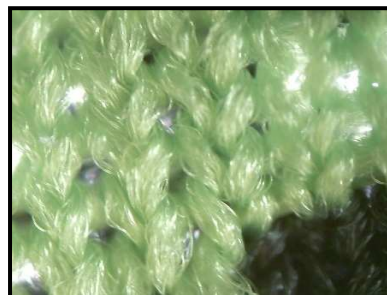
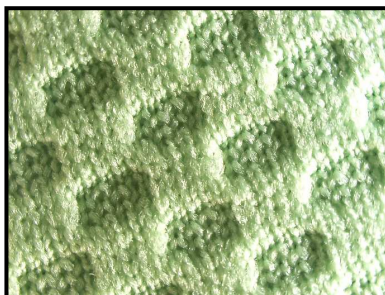
2.vzorek MARS

složení:

100% Polyester

vazba:

zátažná jednolící s
reliéfním vzorem



3.vzorek KELAINO

složení:

94% Polyester

6% Lycra

vazba: zátažná žebrová



4.vzorek ATLAS

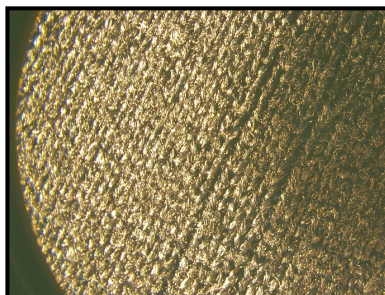
složení:

90% Polyester

10% Lycra

vazba:

zátažná jednolící hlad.



6.2 Soubor izolačních vrstev

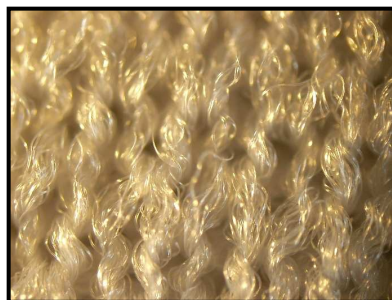
1.vzorek KATOS

složení:

100% Polyester

vazba:

zátažná oboulícní



2.vzorek KARME

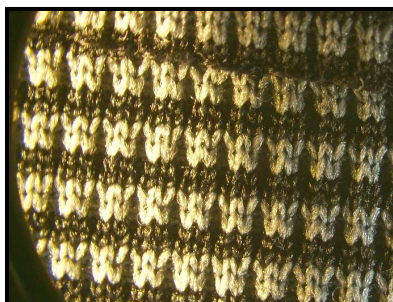
složení:

94% Polyester

6%Spandex

vazba:

zátažná žebrová



3.vzorek COLLEGE

složení:

94% Polyester

6% Spandex

vazba:

zátažná jednolícní
hladká



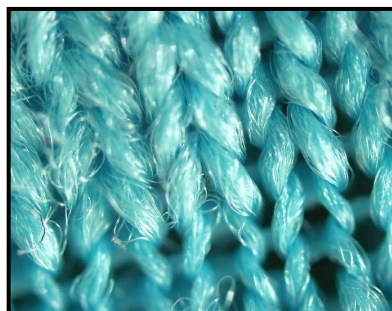
4.vzorek EUNOMIA

složení:

100%Polyester

vazba:

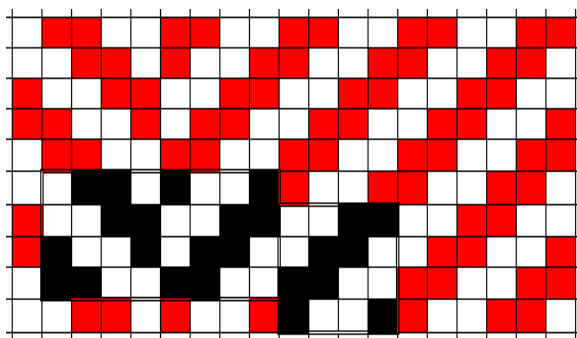
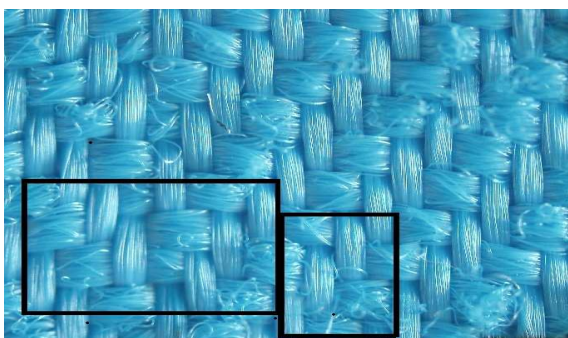
zátažná jednolícní
s reliéfním vzorem



6.3 Soubor ochranných vrstev

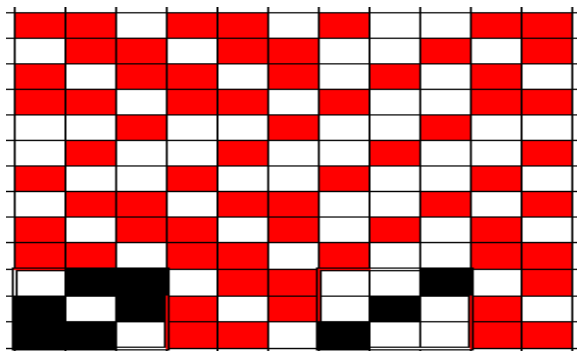
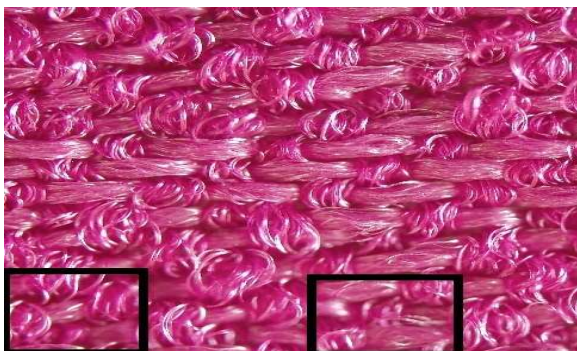
1.vzorek GLARNISH

- složení: 100% Nylon
- vazba: složená ze dvou různých vazeb: 1. kepr lomený po střídě
2. kepr zesílený oboulícní (4/4)
- voděodolnost: membrána 1500 cm
- prodyšnost: 15 000 g/m²/24
- konstrukce: dvouvrstvý laminát



2.vzorek Neo

- složení: 100% Polyester
- vazba: složená ze dvou různých vazeb: 1. Osnovní kepr (3/3) S
2. Útkový kepr (3/3) Z
- voděodolnost: 1000 cm H₂O
- prodyšnost: neuvedená hodnota prodyšnosti, pouze definováno výborná prodyšnost materiálu
- konstrukce: dvouvrstvý laminát



6.4 Kombinace vzorků do vrstev:

6.4.1 Kombinace komfortní a izolační vrstvy

- 1.varianta: ATLAS+KATOS
- 2.varianta: LASKO+COLLEGE
- 3.varianta: KELAINO+EUNOMIA

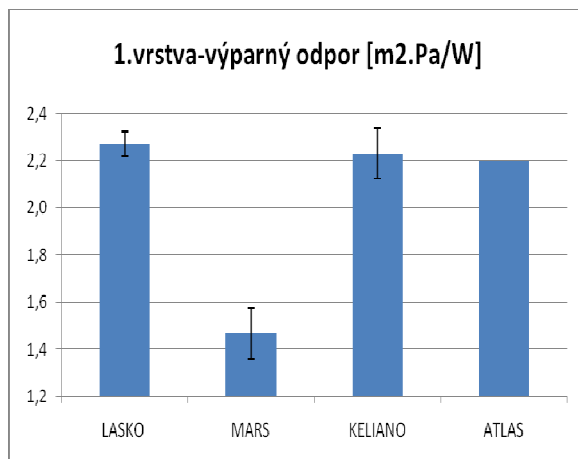
6.4.2 Kombinace komfortní, izolační a ochranné vrstvy

- 1. varianta: ATLAS+KATOS+GLARNISH
- 2. varianta: LASKO+COLLEGE+NEOSHELL

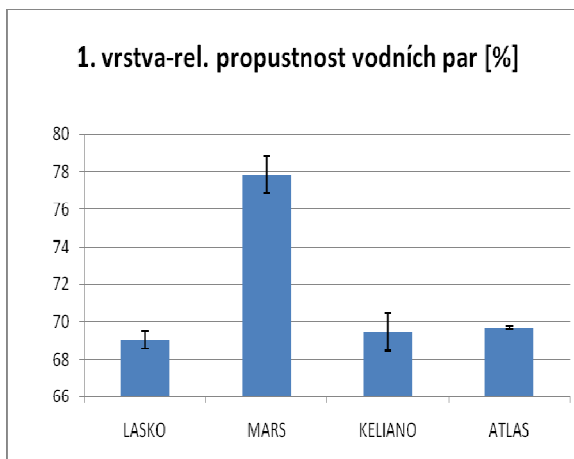
7.POROVNÁNÍ VÝSLEDŮ VÝPARNÉHO ODPORU A RELATIVNÍ PROPUSTNOSTI VODNÍCH PAR U 1.VRSTEV

Tab. 3.:Výsledky měření u prvních vrstev

SOUBOR 1. VRSTEV	LASKO	MARS	KELIANO	ATLAS
výparný odpor [m².Pa/W]	2,270	1,470	2,230	2,200
směrodatná odchylka	0,047	0,094	0,094	0,000
konfidence	0,053	0,107	0,107	0,000
rel.propustnost vodních par[%]	69,030	77,830	69,470	69,700
směrodatná odchylka	0,411	0,838	0,881	0,082
konfidence	0,465	0,948	0,997	0,092



Graf č. 1



Graf č. 2

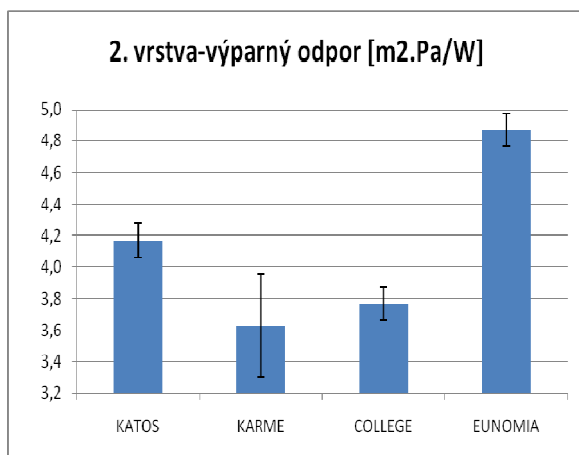
Dle tabulky č. 2, která udává velmi dobrou schopnost propustnosti do hodnoty $R_{et} < 6$ jsou všechny vzorky první vrstvy vysoce prodyšné což je žádoucí. Hodnoty se zde pohybují okolo 2 m².Pa/W s výjimkou vzorku Mars s hodnotou R_{et} pod 2 m².Pa/W, což je nejnižší naměřený výparný odpor. Nejhorší, i když stále velmi dobrou hodnotu má vzorek Lasko s hodnotou R_{et} 2,27.

Při srovnání nejnižší a nejvyšší hodnoty relativní propustnosti pro vodní páry bylo zjištěno, že nejvyšší propustnosti 77,83% dosáhl vzorek ze 100% Polyesteru. Naproti tomu vzorek s nejmenším podílem Polyesteru (75%) vychází relativní propustnost pro vodní páry 69,03%.

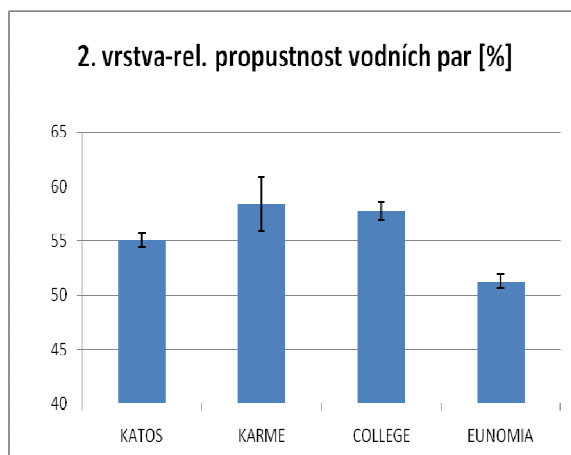
8.POROVNÁNÍ VÝPARNÉHO ODPORU A RELATIVNÍ PROPUSTNOSTI VODNÍCH PAR U 2.VRSTEV

Tab. 4.:Výsledky měření u 2. vrstev

SOUBOR 2. VRSTEV	KATOS	KARME	COLLEGE	EUNOMIA
výparný odpor [m².Pa/W]	4,170	3,630	3,770	4,870
směrodatná odchylka	0,094	0,287	0,094	0,094
konfidence	0,107	0,324	0,107	0,107
rel.propustnost vodních par[%]	55,070	58,370	57,730	51,300
směrodatná odchylka	0,544	2,170	0,741	0,572
konfidence	0,615	2,456	0,838	0,647



Graf č. 3



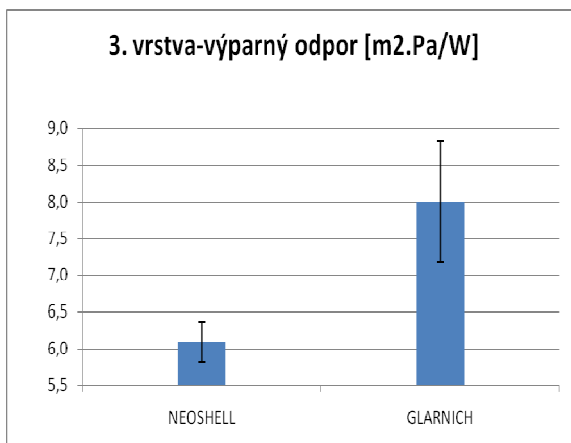
Graf č. 4

U druhých vrstev vykazuje nejnižší výparný odpor dvojice vzorků ze směsi 94% Polypropylen, 6% Spandex. U první vrstvy, kde materiál ze 100% Polyesteru měl nejnižší hodnotu výparného odporu, u izolačních vrstev je tato hodnota nejvyšší a naopak směsi Polyesteru s jinými vlákny nejnižší. Oproti první vrstvě je výparný odpor vyšší v průměru o 2 m².Pa/W. Toto zvýšení je zde pravděpodobně způsobeno jakýmsi brzdícím prvkem, který nám vzniká počesáním materiálu. U této vrstvy je izolace vytvořená počesáním velmi zásadní z důvodu již zmíněné termoizolace. Zvýšení výparného odporu je ale stále v kategorii velmi dobré prodyšnosti při srovnání s normovanou klasifikací viz tabulka č.2.

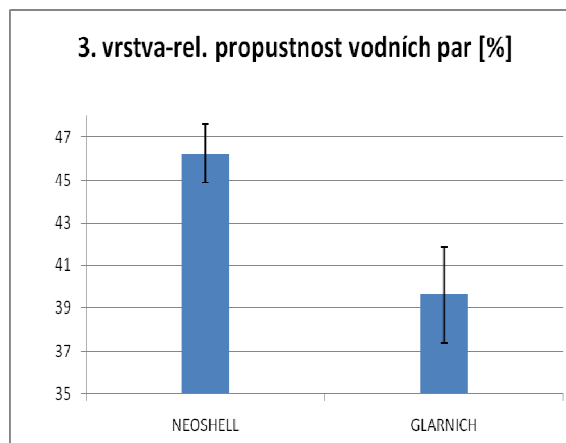
9.POROVNÁNÍ VÝPARNÉHO ODPORU A RELATIVNÍ PROPUSTNOSTI VODNÍCH PAR U 3.VRSTEV

Tab. 5.:Výsledky měření u 3. vrstev

SOUBOR 3. VRSTEV	NEOSHELL	GLARNICH
výparný odpor [m2.Pa/W]	6,100	8,000
směrodatná odchylka	0,245	0,726
konfidence	0,277	0,821
rel.propustnost vodních par[%]	46,270	39,630
směrodatná odchylka	1,195	1,977
konfidence	1,353	2,237



Graf č. 2



Graf č. 1

U vzorku GLARNICH vyšla hodnota výparného odporu 8 [m2.Pa/W], která se dle tab.2 řadí do kategorie dobré propustnosti. Výrobce udává prodyšnost tohoto materiálu 15000 g/m2/24, což podle tabulky propustnosti materiálu pro vodní páry odpovídá naměřené hodnotě.

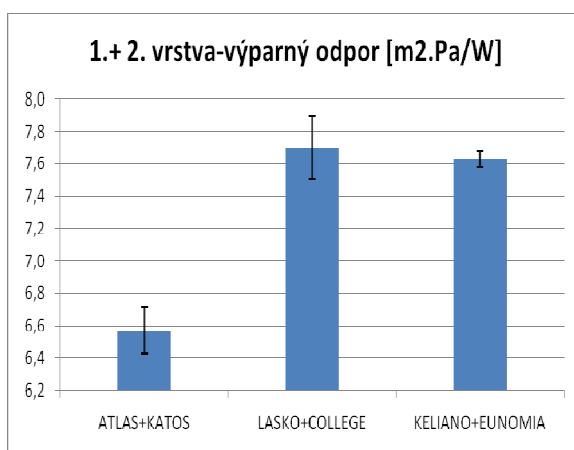
Další vzorek materiálu nazvaný NEO je nejnovější materiál firmy Polartec s přesným označením Polartec Neoshell® s výbornou prodyšností a dobrou voděodolností. Výparný odpor zde byl naměřen 6,1 což odpovídá velmi dobré prodyšnosti okolo 20 000 g/m2/24.

10. MĚŘENÍ UKAZATELŮ PRODYŠNOSTI U SLOŽENÉHO SYSTÉMU:

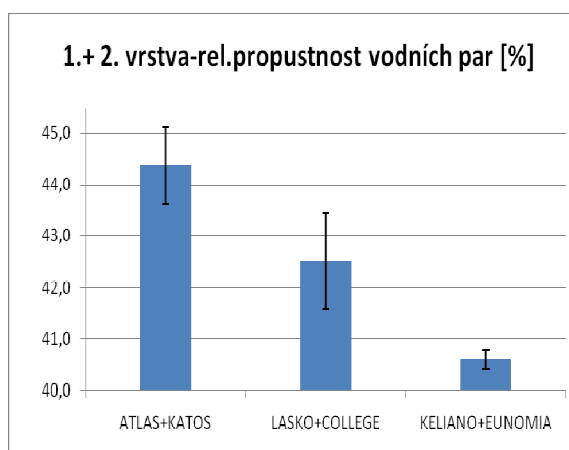
10.1 Komfortní a izolační vrstva měřena najednou:

Tab. 6.: Výsledky měření složených 1. a 2. vrstev

1. + 2. VRSTVA	ATLAS KATOS	LASKO COLLEGE	KELIANO EUNOMIA
výparný odpor [m².Pa/W]	6,570	7,700	7,630
směrodatná odchylka	0,125	0,170	0,047
konfidence	0,141	0,192	0,053
rel.propustnost vodních par [%]	42,500	42,500	40,600
směrodatná odchylka	0,665	0,829	0,163
konfidence	0,753	0,938	0,185



Graf č. 3



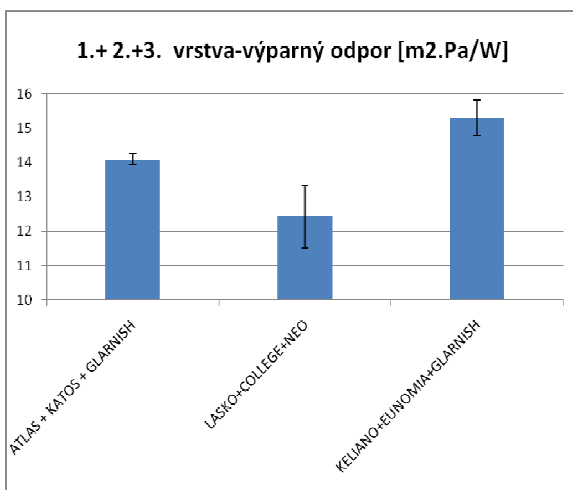
Graf č. 4

Při měření spojených prvních a druhých vrstev vychází výparný odpor okolo hodnoty $R_{et} 7$ [m².Pa/W] což podle normy stále dobrá hodnota propustnosti pro vodní páry. V porovnání s hodnotou měřenou pouze u druhé vrstvy je zde nárůst o 3 [m².Pa/W]. Nejnižší hodnotu výparného odporu vykazuje kombinace vzorků ATLAS jako první vrstva a KATOS jako druhá vrstva, z hlediska složení je to v případě první vrstvy 90% Polyester, 10% Lycra a u druhé vrstvy jde o 100% Polyester.

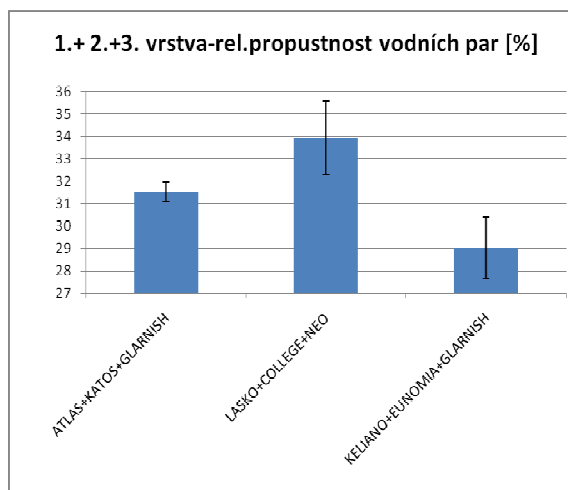
10.2 Komfortní,izolační a ochranná vrstva měřena najednou:

Tab. 7.:Výsledky měření složených 1. ,2.a 3. vrstev

1. + 2. +3. vrstva	ATLAS KATOS GLARNISH	LASKO COLLEGE NEO	KELIANO EUNOMIA GLARNISH
výparný odpor [m2.Pa/W]	14,100	12,430	15,300
směrodatná odchylka	0,141	0,806	0,455
konfidence	0,160	0,912	0,514
rel.propustnost vodních par [%]	31,530	33,930	29,030
směrodatná odchylka	0,377	1,443	1,223
konfidence	0,427	1,633	1,384



Graf č. 5



Graf č. 6

U kombinace všech tří vrstev vycházejí hodnoty okolo hodnoty R_{et} 14 což je uspokojivá hodnota propustnosti pro vodní páry. Nejlépe je na tom soubor vrstev, kde ochrannou vrstvou je vzorek NEO ze 100% Polyesteru. Výparný odpor u tohoto vzorku měřeného samostatně byl 6,10 což je na hranici velmi dobré propustnosti pro vodní páry. V porovnání s druhou ochrannou vrstvou GLARNISH je to o 1,9 m2.Pa/W nižší výsledek. Tento rozdíl se projevil i u vrstvení kde byl rozdíl při použití vzorku GLARNISH 2 – 5 m2.Pa/W.

Je zřejmé, že pokud vrstvíme oblečení přes sebe, klesá prodyšnost materiálu, ale v této závislosti se také zvyšuje i požadovaná izolace.

10.3 Porovnání samostatně naměřených hodnot s hodnotami naměřenými ve složeném celku vrstev

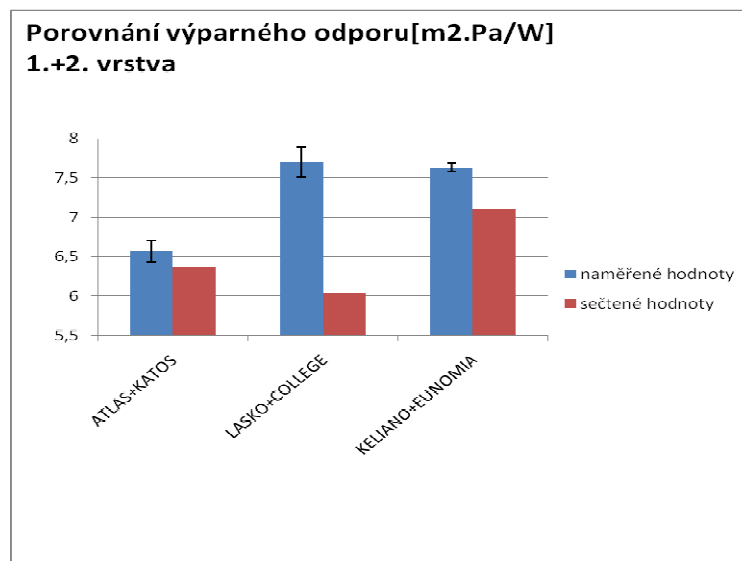
Zde jsem porovnávala součet výparného odporu u samostatně měřeného materiálu jednotlivých vrstev s hodnotami naměřenými na jednotlivých variantách navrstveného oděvu a sledovala výsledné změny hodnot. Rozdíl u dvouvrstvého oděvního celku byl v průměru 0,8 což je velký rozdíl v porovnání třívrstvého vrstvení, kde byl průměrný rozdíl 0,07 [m².Pa/W].

Tento rozdíl byl pravděpodobně způsoben vzduchovými vrstvami v oděvním celku jak uvádí profesor Ing. Luboš Hes, DrSc. ve svých skriptech:

„Oděv často vytváří oděvní systém, který se skládá z několika oděvních mezivrstev. V detailním pohledu je každá oděvní mezivrstva jako elementární jednotka oděvního systému složena z vrstvy vzduchu, vrstvy textilie a z vrstvy vzduchu uzavřeného v textilií. Tyto tři vrstvy nelze uvažovat nezávisle na sobě z toho důvodu, že se všechny účastní transportu tepla, vlhkosti a vzduchu a to tak, že stav a fyzikální vlastnosti jedné vrstvy ovlivňují stav a vlastnosti vrstvy druhé, resp. třetí a opačně.“

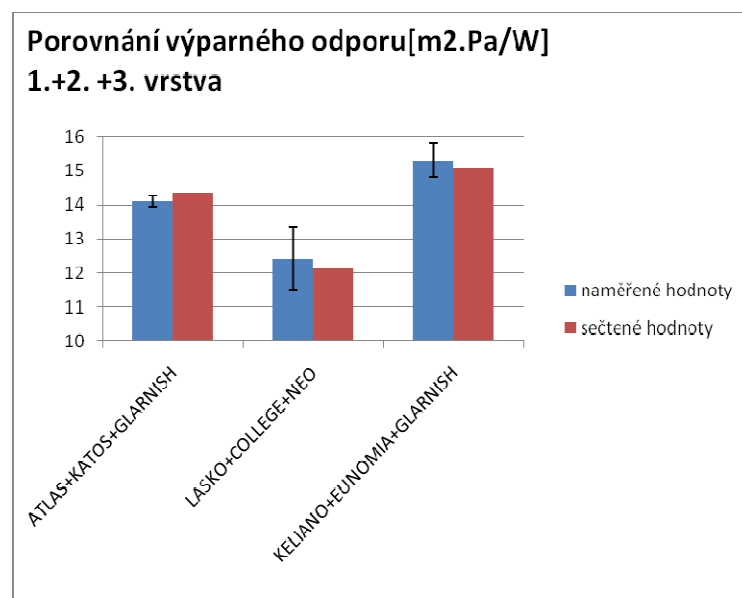
U kombinace komfortní a izolační vrstvy je vysoký výsledek způsoben rozdílem hodnot u druhé varianty vzorku LASKO a COLLEGE, kde byl zjištěn největší rozdíl 1,66 [m².Pa/W].

10.3.1 Komfortní a izolační vrstva



Graf č. 7

10.3.2 Komfortní, izolační a ochranná vrstva

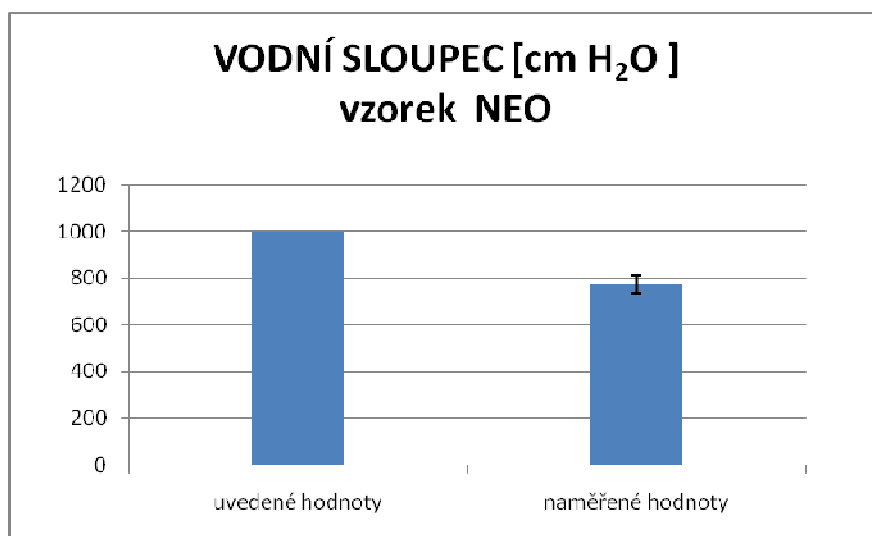


Graf č. 8

12. MĚŘENÍ HYDROSTATICKÉ ODOLNOSTI OCHRANNÉ VRSTVY

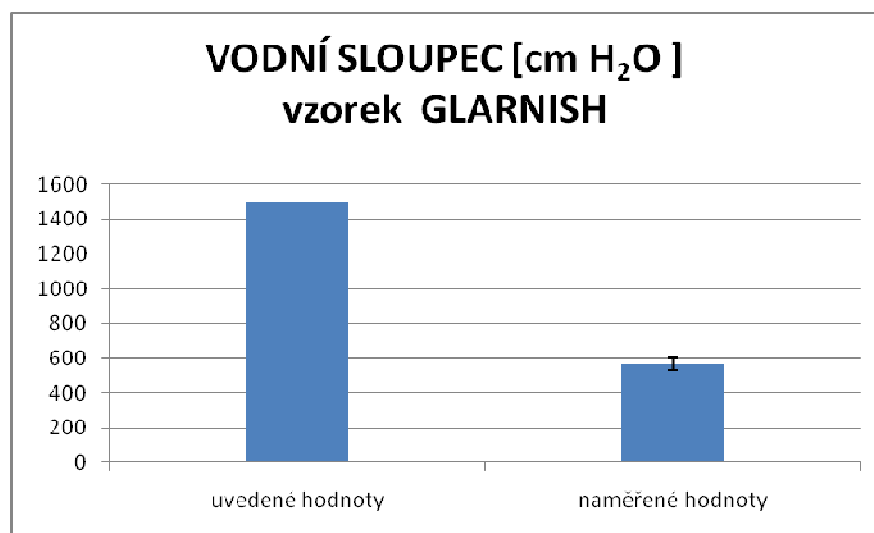
Tab. 8.: Výsledky měření hydrostatické odolnosti ochranných vrstev

VODNÍ SLOUPEC [cm H ₂ O]	NEO	GLARNISH
uvedené hodnoty	1000	1500
naměřené hodnoty	772,4	568,6
směrodatná odchylka	28,5	26,6
konfidence	39,498	36,865



Graf č. 9

Jak můžeme pozorovat na grafu, výrobcem uvedená hodnota vodního sloupce 1000 cm H₂O je zde naměřena o 227,6 cm H₂O nižší. Toto snížení mohlo být způsobeno tím, že byl měřen pouze samotný laminát bez podšívky a chyběl tu tedy jakýsi brzdící prvek. V případě testování s ostatními vrstvami vrchového materiálu či podšívky by se velmi pravděpodobně zpomalilo pronikání vody skrz vzorek materiálu.



Graf č. 10

U dalšího vzorku ochranné vrstvy, kde výrobce udává hodnotu prodyšnosti 1500 cm H₂O vyšel rozdíl při kontrolním měření téměř 1000 cm H₂O. Výsledná naměřená hodnota materiálu tedy okolo 500 cm H₂O je sice už považována za voděodolný materiál, ale rozhodně není schopen odolat takovému tlaku pronikání vody jako je výrobcem uvedená hodnota výrobku 1500 cm H₂O viz tabulka.

Tab. 9.: Úroveň ochrany voděodolných materiálů [14]

500 cm H ₂ O	ochrání nositele před promoknutím při sezení na mokré lavičce
1200 cm H ₂ O	zabrání provlhnutí na kolenou při klečení
1500 cm H ₂ O	vydrží tlak vodních molekul pod popruhy těžkého batohu
2000 cm H ₂ O	nechá suchého lyžaře, když spadne v plné rychlosti do mokrého sněhu
400 cm H ₂ O	se zpravidla nepoužívá, tato výška v.s. nedovolí proniknutí vlhkosti obuví ani při nakopnutí mokrého míče

13. DISKUZE VÝSLEDKŮ

Při měření jednotlivých vrstev hodnoty prodyšnosti prvních až třetích vrstev vycházely v kategoriích od velmi dobré po uspokojivou hodnotu prodyšnosti.

První a druhé vrstvy všechny pletené zátažně ze syntetických vláken mají velmi dobrou hodnotu výparného odporu dle tabulky č. 2.

Hodnoty naměřené u komfortních vrstev se pohybují od 1,5 po 2,3 m².Pa/W, rozdíl v této hodnotě mezi komfortní a izolační vrstvou zde byl okolo 2 m².Pa/W což je způsobeno vyšším výparným odporem izolační vrstvy způsobené finální úpravou jednostranného počesání materiálu.

Pokud jde o ochrannou vrstvu, kde se u obou měřených vzorků jednalo o dvouvrstvý laminát hodnoty jsou v kategorii dobré prodyšnosti.

Při srovnání výrobcem uvedených hodnot prodyšnosti ochranných vrstev s těmi naměřenými se hodnoty shodovaly.

Dále bylo potvrzeno, že vrstvením oblečení z důvodu zvýšení tepelné izolace oděvu stoupá výparný odpor. V závislosti na potřebnou izolaci hodnoty výparného odporu složených vrstev vycházely velmi přijatelně.

Při srovnání samostatně naměřených hodnot s hodnotami naměřenými na složených vrstvách vykazovali vyšší výparný odpor samostatně naměřené vzorky. Tento rozdíl je pravděpodobně způsoben zvýšením výparného odporu z důvodu vrstev vzduchu, které jsou uzavřeny ve složeném v celku vrstev.

Při přeměřování hydrostatické odolnosti materiálů třetí vrstvy byly zjištěny velké rozdíly mezi uvedenými a naměřenými hodnotami vodního sloupce u vzorku GLARNISH. Naměřená hodnota ani zdaleka neodpovídá skutečnosti 1500 cm H₂O. U tohoto vzorku se jednalo o rozdíl téměř 1000 cm H₂O, kdy měření probíhalo podle normy ČSN EN ISO, která definuje stanovení odolnosti proti pronikání vody-zkouška tlakem vody.

U druhého vzorku nazvaného NEO je také rozdíl v uvedené a naměřené hodnotě, ale není tak velký jako v předešlém případě.

Výrobcem uvedená výška vodního sloupce je 1000 cm H₂O a naměřena byla hodnota 7 72,4 H₂O.

Určitý rozdíl hodnot je pravděpodobně způsoben tím, že nebyly měřeny všechny části ochranné vrstvy, ale pouze dvouvrstvý laminát bez podšívky.

Obě ochranné vrstvy dosáhly hodnoty nad 2000 cm H₂O a v tomto případě je můžeme považovat za voděodolné.

14. ZÁVĚR

Tato závěrečná práce se zabývá principem funkce složených vrstev oblečení pro zimní sporty. Jedná se o oděv složený minimálně ze tří vrstev na sebe navrstveného oblečení, které musí splňovat určité požadavky pro dosažení potřebné funkce.

Hlavním úkolem tohoto oděvu je zajistit komfort při zvýšené fyzické zátěži.

Jedná se především o izolační schopnost oděvu potřebnou k termoregulaci tělesné teploty a dále prodyšnost materiálu a jeho schopnost odvádět přebytečnou tělesnou vlhkost.

Na první vrstvu oděvu jsou nejvíce používána syntetická vlákna, což potvrdila i společnost ALPINE PRO, a.s. V případě vazby jde o pleteniny.

Výjimku však v současné době tvoří výroba komfortních vrstev z vysoce kvalitní vlny Merino, která díky své struktuře může směle konkurovat syntetickým vláknům. Funkcí této vrstvy je především dobrá prodyšnost.

Druhá vrstva má první vrstvu ještě doplňovat o izolační schopnost, které je docíleno počesáním materiálu.

Třetí ochranná vrstva slouží především jako ochrana před nepříznivými vlivy počasí, proto její nejdůležitější vlastností je odolnost proti pronikání vody.

Tuto odolnost zajišťují použité impregnace, zátěry a v nejúčinnějším případě membrány, které jsou schopny propustit tělesnou vlhkost ven, ale voda se již k tělu nedostane. Tato ochranná vrstva je na rozdíl od předešlých dvou vrstev vyráběna ve formě tkaniny.

Při experimentální části bylo prováděno testování prodyšnosti a voděodolnosti materiálu a srovnání s hodnotami uvedenými výrobcem.

Prodyšnost materiálů první a druhé vrstvy dosahovala dle tabulky č. 2 velmi dobré prodyšnosti a materiály třetí vrstvy se umístily v kategorii dobré prodyšnosti.

Co se týče prodyšnosti složených vrstev soubor komfortní a izolační vrstvy je v kategorii dobré prodyšnosti a soubor všech tří vrstev vykazoval uspokojivou prodyšnost.

Hodnoty prodyšnosti uvedené výrobcem na ochranné vrstvě souhlasily.

Další testovanou hodnotou byl vodní sloupec použitých ochranných vrstev. V případě vzorku GLARNISH naměřená hodnota byla o téměř dvě třetiny nižší než uvedená hodnota.

Z tohoto důvodu bych doporučovala tento materiál otestovat dle normy ČSN EN 17 34 (80 08 57).

Jako doporučení pro další práci navrhuji otestovat všechny varianty složení vrstev do jednoho celku z důvodu podrobnější analýzy experimentu.

Bylo by také dobré naměřit tepelné vlastnosti zejména izolačních vrstev.

Nejvíce bych se zaměřila na komplexnější testování materiálu Polartec Neoshel®, který je novinkou na českém trhu.

15. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] *New alpine pro* [online]. 2011 [cit. 2011-05-06]. Historie. Dostupné z WWW: <<http://www.alpinepro.cz/assets/photos/Historie%20Alpine%20Pro.pdf>>.
- [2] *New alpine pro* [online]. 2011 [cit. 2011-05-06]. Loga ke stazeni. Dostupné z WWW: <<http://new.alpinepro.cz/pub/cms/images/loga%20AP/LOGO%20ALPINE.pdf>>.
- [3] HES, L., SLUKA P.: SKRIPTA Úvod do komfortu textilií. 1 vy. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. ISBN 80-7083-926-0
- [4] *Technická univerzita v Liberci Fakulta textilní* [online]. 6.Května 2011 [cit. 2011-05-06]. Skripta. Dostupné z WWW: <<https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2010-12-13/14-57-16.pdf>>.
- [5] *Technická univerzita v Liberci Fakulta textilní* [online]. 6.Května 2011 [cit. 2011-05-06]. Skripta. Dostupné z WWW: <<https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2011-01-03/15-56-10.pdf>>.
- [6] *Chytej* [online]. 17.11.2009 [cit. 2011-05-06]. Zkušební verze výkonného vyhledávače >>> Oblékáte se k vodě v souladu s moderními trendy?. Dostupné z WWW: <<http://www.chytej.cz/clanky/789/oblekate-se-k-vode-v-souladu-s-modernimi-trendy/>>.
- [7] WILLIAMS, J. T. *Textiles for cold weather apparel*. Cambridge (England) : Woodhead Publishing Ltd., 2009. 410 s.
- [8] *New alpine pro* [online]. 2011 [cit. 2011-05-06]. ženy. Dostupné z WWW: <<http://new.alpinepro.cz/alpine-pro/lasko/17929/>>.
- [9] RŮŽIČKOVÁ, Dagmar. *Oděvní materiály*. 1. vyd. Liberec : TU v Liberci, 2003. 221 s.
- [10] STANĚK, Jaroslav. *TEXTILNÍ ZBOŽÍZNALSTVÍ : Vláknenné suroviny, příze, nitě*. 2. Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2006. 114 s.
- [11] *Technická univerzita v Liberci Fakulta textilní* [online]. 6.Května 2011 [cit. 2011-05-06]. Skripta. Dostupné z WWW: <<https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2010-12-13/14-57-16.pdf>>.
- [12] *Termopradlo-merino* [online]. 23. 12. 2010 [cit. 2011-04-25]. Merino vlna - vše co potřebujete vědět (vlastnosti, schopnosti, údržba). Dostupné z WWW:

- <<http://www.termopradlo-merino.cz/clanky/merino-vlna-vse-co-potrebuji-vedet.html>>.
- [13] *Kolo* [online]. 2011 [cit. 2011-05-06]. Rady / Doplnky. Dostupné z WWW: <<http://kolo.cz/clanek/oblecte-se-do-ovci-vlny/kategorie/rady-doplňky>>.
- [14] *Brožura Alpine pro : Materiály podzim/zima 09/10*. Praha : ALPINE PRO, 2011. 25 s.
- [15] *Pontus textil, s.r.o.* [online]. 2011 [cit. 2011-05-06]. GINA. Dostupné z WWW: <<http://www.pontus.biznysweb.cz/spodni-pradlo-gina/funkcni-pradlo-gina-gino/>>.
- [16] *Saltman* [online]. 2011 [cit. 2011-05-06]. ThermoCool. Dostupné z WWW: <<http://www.saltman.cz/cz/informace/text/thermocool.html>>.
- [17] SHISHOO, R. *Textiles in sport*. Cambridge (UK) : Woodhead Publishing Ltd., 2005. 364 s.
- [18] *Warm peace* [online]. 2011 [cit. 2011-05-06]. Katalog. Dostupné z WWW: <<http://www.warmpeace.cz/thermal.html>>.
- [19] *New alpine pro* [online]. 2011 [cit. 2011-05-06]. ženy. Dostupné z WWW: <<http://new.alpinepro.cz/alpine-pro/chamonix-ii/17907/>>.
- [20] *Acron* [online]. 2006 [cit. 2011-04-25]. Přehled materiálů. Dostupné z WWW: <http://www.acron.cz/joomla/index.php?option=com_content&task=view&id=88>.
- [21] *Termopradlo-merino* [online]. 23. 12. 2010 [cit. 2011-04-25]. Merino vlna - vše co potřebujete vědět (vlastnosti, schopnosti, údržba). Dostupné z WWW: <<http://www.termopradlo-merino.cz/clanky/merino-vlna-vse-co-potrebuji-vedet.html>>.
- [22] *ALPINE PRO : informace z výrobků*.
- [23] *Fakulta* [online]. 2008 [cit. 2011-05-06]. Technická univerzita v Liberci Fakulta textilní. Dostupné z WWW: <<http://www.ft.tul.cz/index.cgi?sou=depart/seznam.htm>>.
- [24] ČSN EN ISO 20811. Textil.STANOVENÍ ODOLNOSTI PROTI PRONIKÁNÍ VODY-ZKOUŠKA TLAKEM VODY. Praha :Český normalizovaný institut, 1994.7 s.

- [25] ČSN EN ISO 31092 (80 0819) : Textilie – zjišťování fyziologických vlastností – měření tepelné odolnosti a odolnosti vůči vodním parám za stálých podmínek. Praha : Český normalizační institut, 1996. 16 s.
- [26] *Technická univerzita v Liberci Fakulta textilní* [online]. 6.Května 2011 [cit. 2011-05-06]. Skripta. Dostupné z WWW: <<https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2011-01-03/15-56-10.pdf>>.

16. REJSTŘÍK OBRÁZKŮ

Obr. 1.: Logo společnosti ALPINE PRO, a.s.	11
Obr. 2.: Oděvní systém obklopující I. vzduchovou vrstvu nazývanou mikroklima.	15
Obr. 3.: Cibulový efekt.....	16
Obr. 4.: Příklad komfortní vrstvy	18
Obr. 5.: Příklad tvarovaného profilu vlákna	19
Obr. 6.: Struktura vlákna merino.....	19
Obr. 7.: Schéma vlákna Coolmax.....	19
Obr. 8.: Duté vlákno Thermocool.....	19
Obr. 9.: Fleece.....	20
Obr. 10.: Příklad ochranné vrstvy	21
Obr. 11.: Přístroj na měření hydrostatické odolnosti.....	24
Obr. 12.: Permetest.....	25
Obr. 13.: Schéma Permetestu	26

17. REJSTŘÍK TABULEK

Tab. 1.:Příklady skupin parametrů okolního prostředí poskytujícího termofyziologický komfort	14
Tab. 2.: Klasifikace propustnosti pro vodní páry v obou jednotkách dle normy: ...	27
Tab. 3.: Výsledky měření u prvních vrstev	32
Tab. 4.: Výsledky měření u 2. vrstev	33
Tab. 5.: Výsledky měření u 3. vrstev	34
Tab. 6.: Výsledky měření složených 1. a 2. vrstev	35
Tab. 7.: Výsledky měření složených 1. ,2.a 3. vrstev	36
Tab. 8.: Výsledky měření hydrostatické odolnosti ochranných vrstev	39
Tab. 9.: Úroveň ochrany voděodolných materiálů	40

18. REJSTŘÍK GRAFŮ

Graf č. 1	1. vrstva- výparný odpor [m ² .Pa/W]	32
Graf č. 2	1. vrstva- rel.propustnost vodních par [%]	32
Graf č. 3	2. vrstva- výparný odpor [m ² .Pa/W]	33
Graf č. 4	2. vrstva- rel.propustnost vodních par [%]	33
Graf č. 5	3.vrstva- rel.propustnost vodních par [%]	34
Graf č. 6	3. vrstva- výparný odpor [m ² .Pa/W]	34
Graf č. 7	1.+2. vrstva- rel.propustnost vodních par [%]	35
Graf č. 8	1.+2. vrstva- výparný odpor [m ² .Pa/W]	35
Graf č. 9	1.+2.+3. vrstva- rel.propustnost vodních par [%]	36
Graf č. 10	1.+2.+3. vrstva- výparný odpor [m ² .Pa/W]	36
Graf č. 11	Porovnání výparného odporu[m ² .Pa/W] u 1. a 2.vrstvev	38
Graf č. 12	Porovnání výparného odporu[m ² .Pa/W] u 1., 2. a 3. vrstvev	38
Graf č. 13	Vodní sloupec [cm H ₂ O] vzorek NEO.....	39
Graf č. 14	Vodní sloupec vzorek GLARNISH [cm H ₂ O]	40

19.PŘÍLOHY

výparný odpor [m ² .Pa/W]				
1. vrstvy	I. Měření	II. Měření	III. Měření	PRŮMĚR
LASKO	2,3	2,2	2,3	2,27
MARS	1,4	1,6	1,4	1,47
KELAINO	2,1	2,3	2,3	2,23
ATLAS	2,2	2,2	2,2	2,20
2. vrstvy	I. Měření	II. Měření	III. Měření	PRŮMĚR
KATOS	4,3	4,1	4,1	4,17
KARME	4	3,6	3,3	3,63
COLLEGE	3,9	3,7	3,7	3,77
EUNOMIA	4,8	5	4,8	4,87
3. vrstvy	I. Měření	II. Měření	III. Měření	PRŮMĚR
NEO	6,1	5,8	6,4	6,10
GLARNISH	8,7	8,3	7	8,00

výparný odpor [m ² .Pa/W]				
1. a 2. vrstva	I. Měření	II. Měření	III. Měření	PRŮMĚR
ATLAS KATOS	6,6	6,7	6,4	6,57
LASKO COLLEGE	6,9	7,3	7	7,07
KELAINO EUNOMIA	7,7	7,6	7,6	7,63
1. , 2. a 3.vrstva	I. Měření	II. Měření	III. Měření	PRŮMĚR
ATLAS KATOS GLARNISH	14,3	14	14	14,10
LASKO COLLEGE NEO	13,1	11,3	12,9	12,43
KELAINO EUNOMIA GLARNISH	15,8	15,4	14,7	15,30

relativní propustnost vodních par [%]				
1. vrstvy	I. Měření	II. Měření	III. Měření	PRŮMĚR
LASKO	69,1	69,5	68,5	69,03
MARS	78,7	76,7	78,1	77,83
KELAINO	70,7	68,7	69	69,47
ATLAS	69,8	69,6	69,7	69,70
2. vrstvy	I. Měření	II. Měření	III. Měření	PRŮMĚR
KATOS	54,3	55,4	55,5	55,07
KARME	55,6	58,6	60,9	58,37
COLLEGE	56,7	58,4	58,1	57,73
EUNOMIA	51,8	50,5	51,6	51,30
3. vrstvy	I. Měření	II. Měření	III. Měření	PRŮMĚR
NEO	46,5	47,6	44,7	46,27
GLARNISH	37,9	38,6	42,4	39,63

relativní propustnost vodních par [%]				
1. a 2. vrstva	I. Měření	II. Měření	III. Měření	PRŮMĚR
ATLAS KATOS	44	43,8	45,3	44,37
LASKO C OLLEGE	43,4	41,4	42,7	42,50
KELIANO EUNOMIA	40,6	40,4	40,8	40,60
1. , 2. a 3.vrstva	I. Měření	II. Měření	III. Měření	PRŮMĚR
ATLAS KATOS GLARNISH	31,0	31,8	31,8	31,53
LASKO COLLEGE NEO	34,8	31,9	35,1	33,93
KELAINO EUNOMIA GLARNISH	27,8	28,6	30,7	29,03

GLARNISH		
	1.měření	2.měření
T pressure	595,2	542,0
Dynamic	60cm H2O	60cm H2O
Hpressure	3000 cm H2O	3000 cm H2O

NEO		
	1.měření	2.měření
Tpressure	743,9	800,9
Dynamic	60 cm H2O	60 cm H2O
Hpressure	3000 cm H2O	3000 cm H2O